



(19)

(11) Publication number: 01106432 A

Generated Document

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 62264110

(51) Intl. Cl.: H01L 21/302

(22) Application date: 20.10.87

(30) Priority:

(71) Applicant: FUJITSU LTD

(43) Date of application publication: 24.04.89

(72) Inventor: NAKAMURA MORITAKA

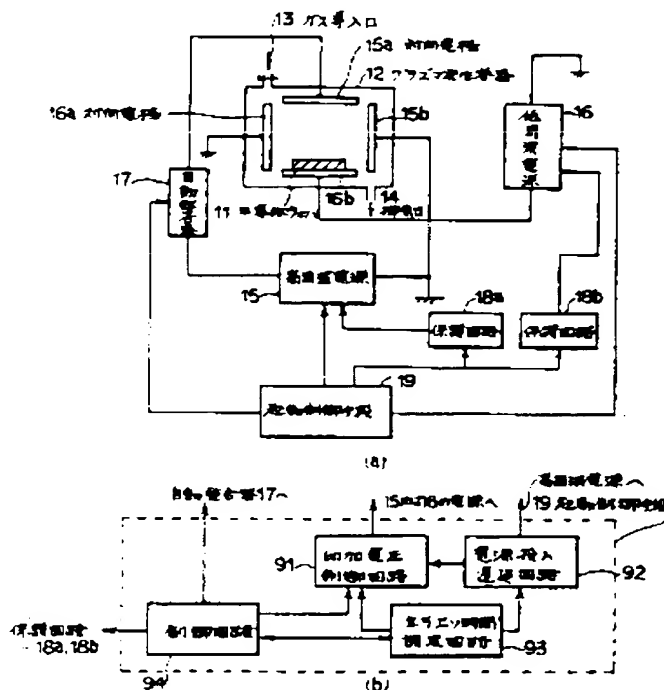
(84) Designated contracting states:

(74) Representative:

**(54) SEMICONDUCTOR MANUFACTURING EQUIPMENT AND STARTING METHOD THEREOF****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To shorten the rise time until the state reaches the stable state of plasma after start by previously applying a low-frequency power to a counter electrode through a specific method on the start of plasma, applying a high-frequency power and generating plasma.

**CONSTITUTION:** A start control means 19 controlling the start of plasma is provided. Low-frequency voltage is applied previously to counter electrodes 16a, 16b through a low-frequency power 16 and an applied-voltage control circuit 91, and low-frequency power is supplied. The high-frequency voltage of a high-frequency power 15 is applied after switch-closing time difference T2[sec] through a power-closing delay circuit 92, counter electrodes 15a, 15b are supplied with high-frequency power through an automatic matching appliance 17, and plasma is generated. The rise time of the low-frequency power applied to the counter electrodes 16a, 16b is set at a value shorter than the rise time of the high-frequency power by a rise-time setting circuit 93. high-frequency power fed to the counter electrodes 15a, 15b is controlled through the automatic matching appliance 17 in the high-frequency power 15, and plasma is generated.



⑮ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)4月24日

H 01 L 21/302

B-8223-5F

審査請求 未請求 発明の数 3 (全7頁)

⑭ 発明の名称 半導体製造装置とその起動方法

⑯ 特 願 昭62-264110

⑰ 出 願 昭62(1987)10月20日

⑱ 発 明 者 中 村 守 孝 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

⑲ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

⑳ 代 理 人 弁理士 井 柝 貞一

明 細 書

1. 発明の名称

半導体製造装置とその起動方法

2. 特許請求の範囲

(1) プラズマを発生させるため対向電極(15a, 15b, 16a, 16b)、ガス導入口(13)及び排気口を有するプラズマ発生容器(12)と、プラズマを助起する高周波電源(15)と、イオンを加速する低周波電源(16)と、高周波出力インピーダンスを自動的に整合する自動整合器(17)と、該二つの電源それぞれを保護する保護回路(18a, 18b)を具備し、プラズマエッチングする半導体製造装置において、プラズマの起動を制御する起動制御手段(19)を設けていることを特徴とする半導体製造装置。

(2) 前記起動制御手段(19)が、印加電圧制御回路(91)、電源投入遅延回路(92)、立ち上がり時間設定回路(93)、及び制御回路(94)から構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載する半導

体製造装置。

(3) 対向電極(16a, 16b)に先に低周波電源(16)を印加し、後に対向電極(15a, 15b)に自動整合器(17)を介して高周波電源(15)を印加し、プラズマを発生させることを特徴とする半導体製造装置の起動方法。

(4) 対向電極(16a, 16b)に印加する低周波電源(16)の立ち上がり時間に比べて、対向電極(15a, 15b)に印加する高周波電源(15)の立ち上がり時間を立ち上がり設定回路(93)を介して長くすることを特徴とする半導体製造装置の起動方法。

3. 発明の詳細な説明

(概要)

本発明は半導体製造装置とその起動方法、特に、半導体、金属及び絶縁物などをエッチングするプラズマエッチング装置と、そのプラズマを発生させる起動方法に関し、

低周波電源と高周波電源との間の相互干渉と、高周波電力は定常値に引き上げるためのインピー

ダンス整合時間の遅延と防止して、始動からプラズマの安定状態に達するまでの立ち上がり時間を短縮することを目的とし、

その製造装置をプラズマを発生させるため対向電極、ガス導入口及び排気口を有するプラズマ発生容器と、プラズマを助起する高周波電源と、イオンを加速する低周波電源と、高周波出力インピーダンスを自動的に整合する自動整合器と、該二つの電源を保護する保護回路を具備し、プラズマエッチングする半導体製造装置において、

プラズマの起動を制御する起動制御手段を含み構成し、

その第1の起動方法を、対向電極に先に低周波電源を印加し、後に対向電極に自動整合器を介して高周波電源を印加し、プラズマを発生させることを含み構成し、その第2の起動方法を対向電極に印加する低周波電源の立ち上がり時間に比べて、対向電極に印加する高周波電源の立ち上がり時間を立ち上がり設定回路を介して長くすることを含み構成する。

される。

5は高周波電源(周波数13.56MHz、出力800W程度)であり、高周波電力を対向電極5a、5bに供給し、ガス導入口3により導入される不活性ガス等を助起してプラズマを発生させる電源である。

6は低周波電力を対向電極6a、6bに供給する低周波電源(周波数100KHz、出力250W程度)であり、直流電源による場合もある。

なお、7は高周波電力等によって変化するプラズマインピーダンスの反射現象を防止するために自動的に出力インピーダンスを整合する自動整合器であり、高周波電力を対向電極2a、2bに徐々に供給するためのインダクタンスLと静電容量Cとを組み合わせた。例えばπ型の整合器である。また、8a、8bは保護回路であり、高周波電源5と低周波電源6との相互干渉から各電源を保護したり、高周波電力の急激なパワーアップに伴う反射現象による出力真空管やトランジスタの損傷を保護する機能を有している。

(産業上の利用分野)

本発明は半導体製造装置とその起動方法に関するものであり、更に詳しく言えば半導体、金属及び絶縁物などをエッチングするプラズマエッチング装置と、プラズマの発生させる起動方法に関するものである。

(従来の技術)

第3図は従来例に係る説明図である。

同図(a)は、本発明者らが以前特許出願(特公昭56-22367)したトライオード型のプラズマエッチング装置の構成図である。

図において、1は半導体ウエハであり、不図示のシリコン基板上の酸化膜等がプラズマエッチングされる。2はプラズマ発生容器であり、プラズマ助起用の高周波電圧を印加する対向電極5a、5bと、イオン加速用の低周波電圧を印加する対向電極6a、6bと、ガス導入口3と、排気口4により構成している。なお、プラズマエッチングされる半導体ウエハ1は、対向電極2dにセット

これ等によりトライオード型プラズマエッチング装置を構成する。

同図(b)はプラズマの起動方法に係る説明図であり、図において、縦軸は、高周波電源5や低周波電源6の出力P。(W)を示し、横軸は安定なプラズマを持続するために要する立ち上がり時間(ランピングタイム)T(秒)を示している。なお、T<sub>1</sub>はプラズマ不安定期間であり、その期間はプラズマ発生容器内を中途半端な助起状態にし、容器内を汚染したり、半導体ウエハ1上をエッチングしたり、成長したりする共存状態である。また、10はプラズマを助起する過程の高周波電源の起動特性を示し、9は同様に、低周波電源の起動特性を示している。

従来の構成ではT<sub>1</sub>を8秒程度必要とし、それ以上短くすると低周波の立ち上がりによる見かけのインピーダンスの変化に高周波の自動整合器が追従できず、整合がとれなくなり反射が大きくなるので保護回路が働き、正常に動作することができなかった。

## 〔発明が解決しようとする問題点〕

ところで従来例のトライオード型プラズマエッチング装置によれば、高周波電源5と、低周波電源6とを共に、半導体ウエハ1を設置した対向電極6bに印加するため、該二つの電源の相互干渉びプラズマ状態の発生に要する高周波の整合という問題がある。このため同図(b)に示すように反射現象から電源を保護するための立ち上がり時間Tを長くとり、序々に出力Pを供給する必要がある。例えば、高周波電源の出力を800W、低周波電源の出力を250Wで安定なプラズマを維持する装置に要する立ち上がり時間は、該二つの電源を同様にONしてから8(秒)程度を要し、それ以下による電源制御では保護回路8が作動し、プラズマを発生することができない。

これにより、起動時のプラズマ不安定期間Tが長くなり、プラズマ容器内の汚染と、半導体ウエハ上のエッチング、デポジションというプロセス上の問題がある。

本発明は、かかる従来例の問題に鑑み創作され

たものであり、低周波電源と高周波電源との間の相互干渉と、高周波電力を定常値に引き上げるためのインピーダンス整合時間の遅延とを防止して、始動からプラズマの安定状態に達するまでの立ち上がり時間を短縮することを可能とする半導体製造装置とその起動方法の提供を目的とする。

## 〔問題点を解決するための手段〕

本発明の半導体製造装置とその起動方法は、その一実施例を第1、2図に示すように、その製造装置をプラズマを発生させるため対向電極、ガス導入口及び排気口を有するプラズマ発生容器と、プラズマを励起する高周波電源と、イオンを加速する低周波電源と、高周波出力インピーダンスを自動的に整合する自動整合器と、該二つの電源を保護する保護回路を具備し、プラズマエッチングする半導体製造装置において、

プラズマの起動を制御する起動制御手段を設けていることを特徴とし、

その第1の起動方法を、対向電極に先に低周波

電源を印加し、後に対向電極に自動整合器を介して高周波電源を印加し、プラズマを発生させることを特徴とし、

その第2の起動方法を対向電極に印加する低周波電源の立ち上がり時間に比べて、対向電極に印加する高周波電源の立ち上がり時間を立ち上がり設定回路を介して長くすることを特徴とし、上記目的を達成する。

## 〔作用〕

本発明によれば、印加電圧制御回路や電源投入遅延回路等からなる起動制御手段を設けている。

これによりプラズマ発生容器内の初期の状態を低周波電源による交番電界の雰囲気になっている。このため先にプラズマ発生容器内の低周波による見かけ上のインピーダンスを固定化しているため、その後高周波電源による交番電界を重畳してもその高周波による見かけ上のインピーダンスの合成により生ずるプラズマのインピーダンスの変動を抑制することが可能となる。従って、該二つの

電源の相互干渉を防止することができ、また、低周波による見かけ上のインピーダンスが固定しているため、高周波による見かけ上のインピーダンスのみ整合をとって高周波のパワーアップをすることが可能となる。

## 〔実施例〕

次に図を参照しながら本発明の実施例について説明する。

第1図は本発明の実施例に係る半導体製造装置の構成図であり、同図(a)はトライオード型プラズマエッチング装置を示している。

図において、11はプラズマエッチングされる半導体ウエハであり、被エッチング対象には半導体、金属及び絶縁物等も可能である。12はプラズマ発生容器であり、排気口14から不図示の真空ポンプ等により排気され、真空状態を維持する。13はプラズマ化されるガス等のガス導入口であり、そのガスは $Cl_2$ 、 $Br_2$ 、 $CF_4$ 、 $C_2ClF_5$ 、 $BCl_3$ 、 $SiCl_4$ 、 $CBrF_3$ 等を

用いる。

また、15a、15bはプラズマ励起用の高周波電圧を印加する対向電極、16a、16bはイオン加速用の低周波電圧を印加する対向電極である。なお、対向電極15a、16bは、円板形状であり、対向電極15b、16aはプラズマ発生容器12の壁面部分を共通（アース）にしている。また、対向電極は平行平板型の改良型として、円筒状やコイルを用いたものもある。なお、被エッチング対象である半導体ウエハ11等は対向電極16b上にセットされる。

15は高周波電源（周波数13、56MHz、出力800W程度）であり、高周波電力を対向電極15a、15bに供給し、ガス導入口13より導入されるガスを励起して、プラズマを発生させるための電源である。

16は、低周波電源（周波数100KHz、出力250W程度）であり、低周波電力を対向電極16a、16bに供給し、プラズマ化したガス中のイオンを加速する電源である。なお低周波電源

16は直流電源を使用する場合もある。また、プラズマエッチング装置に用いる電源の周波数は、1MHzを境にして、低周波、高周波の区別をしている。

17は自動整合器であり、プラズマ励起と共に変化するプラズマ発生容器内のプラズマインピーダンスと電源インピーダンスとの整合をとりながら最大電力を供給するための整合器である。なお、その整合器はインダクタンスLや静電容量Cによるπ形整合器等により構成する。

18a、18bは保護回路であり、プラズマの安定な励起に無効となる高周波電源15と低周波電源16との相互干渉から各電源を保護したり、高周波電力の急激なパワーアップに伴う対向電極15aと高周波電源15との間に生ずる反射現象から出力真空管やトランジスタの損傷を保護する機能を有している。

ここまでは従来例によるトライオード型プラズマエッチング装置と同様であるが、さらに本発明では、プラズマの起動を制御する起動制御手段

19を設けている。

同図(b)は起動制御手段19の構成図である。図において、91は低周波電源16又は高周波電源15の出力電圧を制御し、対向電極15a、15b、16a、16bに印加する電圧を制御する印加電圧制御回路であり、92は高周波電源15の投入するタイミングを遅らせる電源投入遅延回路である。なお93は該二つの電源の出力の立ち上がり時間を設定する立ち上がり時間設定回路である。94は立ち上がり時間と電源投入のタイミングにより、自動整合器17と印加電圧制御回路91と、保護回路18a、18bとを制御する制御回路である。

これ等によりトライオード型プラズマエッチング装置を構成する。

第2図は、本発明の実施例の半導体製造装置の起動方法に係る起動特性図であり、同図(a)はその第1の起動方法を説明する図である。

図において、横軸は立ち上がり時間T(秒)を示し、始動(電源ON)からプラズマが安定する

までの時間を示している。また縦軸は高周波電源15や低周波電源16の出力P、(W)を示している。なお、20は高周波電源15の起動特性を示し、21は低周波電源16の起動特性を示している。T<sub>0</sub>はスイッチ投入時間差を示している。

すなわち、第1の起動方法は第1図を参照しながら説明すると、まず対向電極16a、16bに先に低周波電源16と印加電圧制御回路91とを介して低周波電圧を印加して、低周波電力を供給し、次に電源投入遅延回路92を介してスイッチ投入時間差T<sub>0</sub>(秒)後に高周波電源15の高周波電圧を印加し、高周波電力を自動整合器17を介して対向電極15a、15bに供給し、プラズマを発生させる。

例えば、高周波電源(13、56MHz、定格出力800W)15、低周波電源(100KHz、定格出力250W)16と、直径240mmφの対向電極15aと、直径180mmφの対向電極16bと定在比(SWR)を4にセットした保護回路18とを設けたトライオード型プラズマエッチン

グ装置に、使用ガスとしてCBrF<sub>3</sub>を5 Sccm、圧力0.3 Torrを用いて半導体ウエハ11のエッチングを行ったところ、T<sub>1</sub> = 0.9秒とすると同図(a)に示すように、両者共に立ち上がり時間2(秒)で安定したプラズマ状態が得られ、プラズマ不安定期間T<sub>2</sub> = 2.9秒で両電源共に定格出力状態となった。なお半導体ウエハ11のプラズマエッチングには、20秒〜5分程度の処理時間を要する。

同図(b)は本発明の実施例の半導体製造装置の第2の起動方法に係る起動特性図である。図において、第1の起動方法に係る起動特性図と同様に横軸に立ち上がり時間を示し、縦軸に出力P<sub>1</sub>を示している。なお第1の起動方法による起動特性に比べ、第2の起動方法による起動特性では高周波電源15と低周波電源16とは同時に電源を投入している。

すなわち第2の起動方法は、対向電極16a, 16bに印加する低周波電源の立ち上がり時間を立ち上がり時間設定回路93により高周波電源の

12内の低周波による見かけ上のインピーダンスを固定化しているため、その後高周波電源15による交番電界を重畳してもその高周波による見かけ上のインピーダンスの合成により生ずるプラズマのインピーダンスの変動を抑制することが可能となる。

従って、該二つの電源15, 16の相互干渉を防止することができ、また、自動整合器17に係るインピーダンス整合時間等の応答速度を早くすることが可能となる。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば、先に印加される低周波電源によりプラズマ発生容器内の初期状態を固定するので高周波電源の重畳に係るインピーダンス整合時間を短縮することができる。このため、従来のような長い立ち上がり時間を不要とすることが可能となる。

これにより、プラズマの不安定期間T<sub>2</sub>を短くできるのでプラズマ容器内の汚染や、半導体ウエ

ハの立ち上がり時間よりも短く設定して、印加電圧制御回路91を介して低周波電源16を制御し、その立ち上がり時間よりも長く高周波電源15を自動整合器17を介して、対向電極15a, 15bに供給する高周波電力を制御し、プラズマを発生させる。

なお、第1の起動方法と同様のトライオード型のプラズマエッチング装置において、低周波電源16の立ち上がり時間を0.3(秒)に設定し、高周波電源15の立ち上がり時間を2(秒)に設定して自動整合器17を介して対向電極15a, 15bに高周波電力を同時に供給したところプラズマ不安定期間T<sub>2</sub> = 2秒で安定したプラズマを得ることができた。

このようにして、印加電圧制御回路91、電源投入遅延回路92、立ち上がり時間設定回路93及び制御回路94等よりなる起動制御手段19を設けることにより、プラズマ発生容器12内の初期の状態を低周波電源16による交番電界の雰囲気にしていく。このため、先にプラズマ発生容器

ハ上のエッチング、デポジションというプロセスの問題を無くし、良好なエッチングをすることが可能となる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例に係る半導体製造装置の説明図、

第2図は本発明の実施例の起動方法に係る説明図、

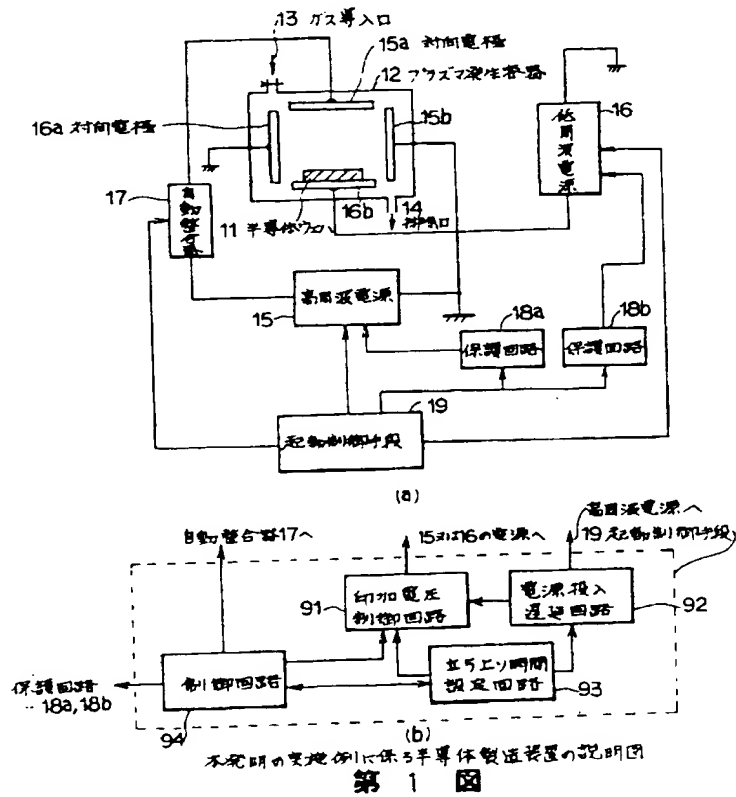
第3図は従来例に係る説明図である。

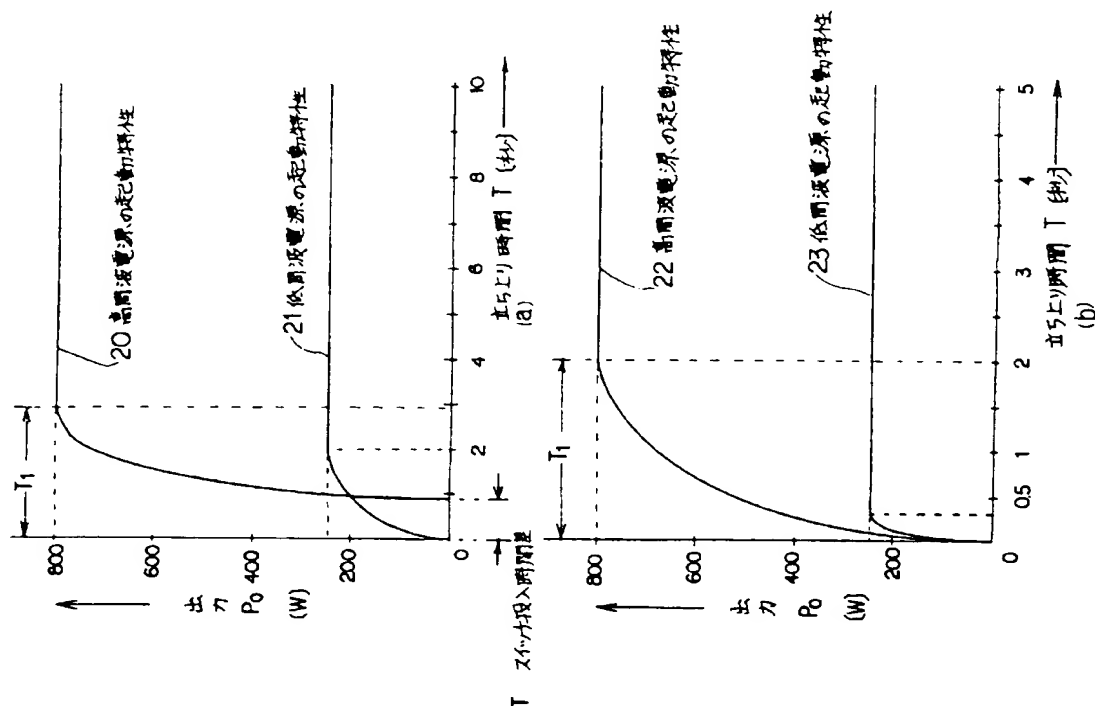
#### (符号の説明)

- 1, 11・・・半導体ウエハ、
- 2, 12・・・プラズマ発生容器、
- 3, 13・・・ガス導入口、
- 4, 14・・・排気口、
- 5, 15・・・高周波電源、
- 5a, 5b, 5a', 5b', 15a, 15b, 16a, 16b・・・対向電極、
- 6, 16・・・低周波電源、
- 7, 17・・・自動整合器、
- 8a, 8b, 18a, 18b・・・保護回路、
- 9, 21, 23・・・低周波電源の起動特性、

- 10, 20, 22・・・高周波電源の起動特性、  
 19・・・起動制御手段、  
 91・・・印加電圧制御回路、  
 92・・・電源投入遅延回路、  
 93・・・立ち上がり時間設定回路、  
 94・・・制御回路、  
 T<sub>1</sub>・・・プラズマ不安定期間、  
 T<sub>2</sub>・・・スイッチ投入時間差、  
 T<sub>3</sub>・・・立ち上がり時間、  
 P<sub>1</sub>・・・出力。

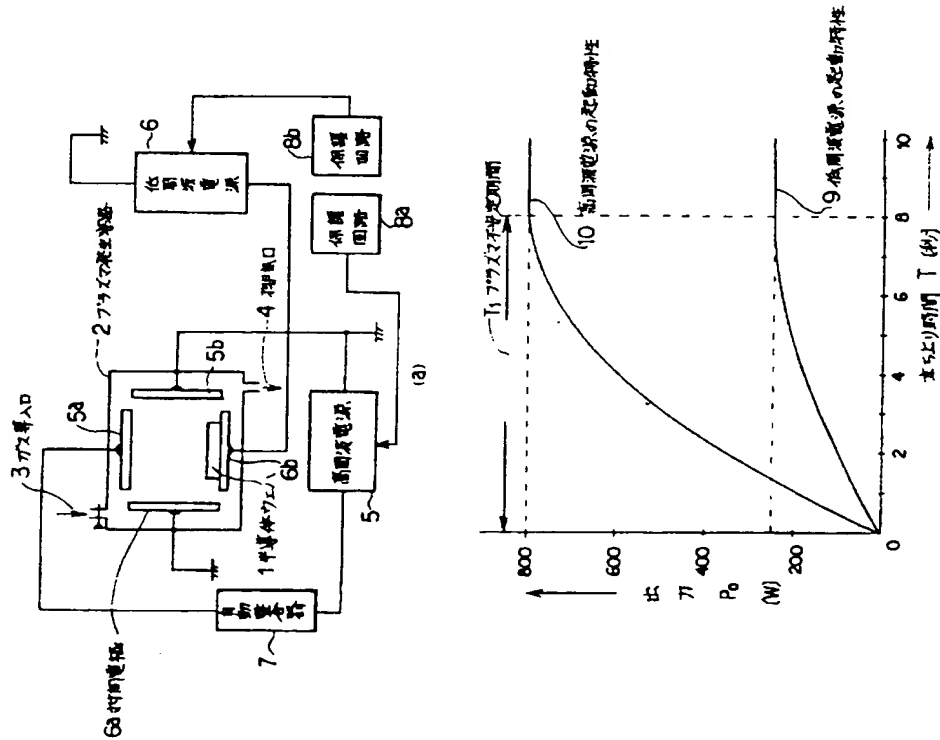
代理人弁理士 井 裕 貞





本発明の実施例の起動方法に係る説明図

第 2 図



従来例に係る説明図

第 3 図